

2/5/1 (Item 1 from file: 351)  
DIALOG(R)File 351:Derwent WPI  
(c) 2003 Thomson Derwent. All rts. reserv.

012836616 \*\*Image available\*\*  
WPI Acc No: 2000-008448/ 200001  
XRPX Acc No: N00-007677

Electromagnetic wave arrival direction detector in automatic fare  
collection system in toll road - includes main CPU which is connected to  
memory connected to AD converters

Patent Assignee: MATSUSHITA DENKI SANGYO KK (MATU )

Number of Countries: 001 Number of Patents: 002

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 11288472	A	19991019	JP 9889936	A	19980402	200001 B
JP 3405186	B2	20030512	JP 9889936	A	19980402	200333

Priority Applications (No Type Date): JP 9889936 A 19980402

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 11288472	A		13	G07B-015/00	
JP 3405186	B2		12	G07B-015/00	Previous Publ. patent JP 11288472

Abstract (Basic): JP 11288472 A

NOVELTY - The electromagnetic wave arrival direction detector includes an antenna array (10) which are arranged in communication with vehicle mounted antenna. The antenna array is connected to receivers (12), mixers (13) and AD converters (14). The memory (15) is connected to the CPU (17) and AD converters. DETAILED DESCRIPTION - The path side machines are installed for every lane of entrance side of toll road and also in exit side of the toll road. The car mounted machine communicates required information by wireless communication with the path side machine. The electromagnetic wave arrival direction detector in path side machine, detects transmitting direction of electromagnetic wave from vehicle mounted machine based on communication demand signal.

USE - For electromagnetic wave arrival direction detection in automatic fare collection system in toll road.

ADVANTAGE - The communication reliability of path side machine and vehicle mounted machine is improved. Since communication demand signal is transmitted from vehicle mounted machine and toll road fee is received automatically. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the electromagnetic wave arrival direction detector and path side machine. (10) Antenna array; (12) Receiver; (13) Mixer; (14) AD converters; (15) Memory; (17) CPU.

Dwg.2/10

Title Terms: ELECTROMAGNET; WAVE; ARRIVE; DIRECTION; DETECT; AUTOMATIC;  
FARE; COLLECT; SYSTEM; TOLL; ROAD; MAIN; CPU; CONNECT; MEMORY; CONNECT;  
CONVERTER

Derwent Class: T01; T05; W01

International Patent Class (Main): G07B-015/00

International Patent Class (Additional): G06F-017/60; H04L-012/28

File Segment: EPI

2/5/2 (Item 1 from file: 347)  
DIALOG(R)File 347:JAPIO  
(c) 2003 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

06346868 \*\*Image available\*\*  
AUTOMATIC TOLL ROAD CHARGE COLLECTION SYSTEM

PUB. NO.: 11-288472 A]  
PUBLISHED: October 19, 1999 (19991019)  
INVENTOR(s): UENO SHINICHIRO  
MAEDA KENICHI

HASEGAWA MAKOTO

APPLICANT(s): MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD  
APPL. NO.: 10-089936 [JP 9889936]  
FILED: April 02, 1998 (19980402)  
INTL CLASS: G07B-015/00; G06F-017/60; H04L-012/28

ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the reliability of communication by performing radio communication between a road side equipment installed at a toll road entrance side or exit side or on a traveling traffic lane and an on-vehicle equipment thereby charging the charge corresponding to passage.

SOLUTION: A radio wave arriving direction detecting device 8 for detecting the transmitting direction of a radio wave from an on-vehicle equipment by using a communication request signal being a radio wave transmitted from the on-vehicle equipment is arranged near a road side equipment 3, and the radio wave arriving direction is detected in a timing synchronizing with the signal processing of the road side equipment 3 so that the traveling traffic line of a vehicle on which the on-vehicle equipment is mounted can be recognized by the road side equipment 3. Then, only the on-vehicle equipment traveling in the communication zone of the road side equipment 3, and the transfer of information related with the passage fee is operated between the road side equipment 3 and the on-vehicle equipment. Thus, the reliability of communication between the on-vehicle equipment 3 and the road side equipment can be improved.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-288472

(43) 公開日 平成11年(1999)10月19日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

G 0 7 B 15/00

5 1 0

G 0 7 B 15/00

5 1 0

G 0 6 F 17/60

G 0 6 F 15/21

C

H 0 4 L 12/28

H 0 4 L 11/00

3 1 0 Z

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平10-89936

(22) 出願日 平成10年(1998)4月2日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 植野 進一郎

神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内

(72) 発明者 前田 憲一

神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内

(72) 発明者 長谷川 誠

神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内

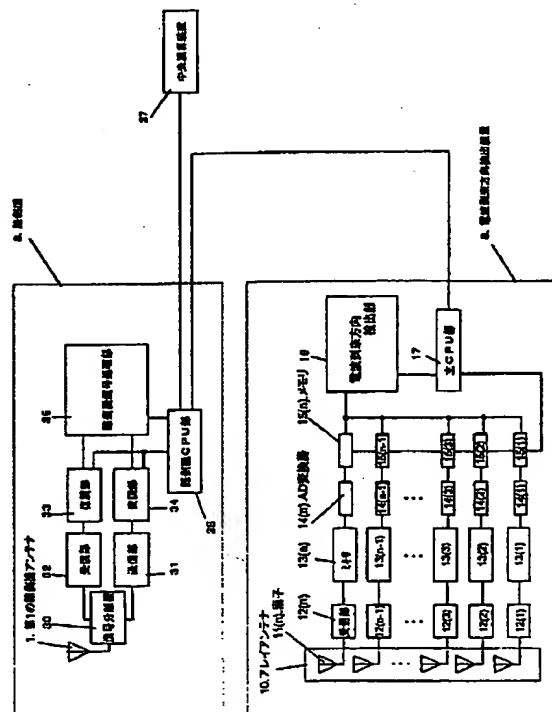
(74) 代理人 弁理士 滝本 智之 (外1名)

(54) 【発明の名称】 有料道路自動料金収受システム

(57) 【要約】

【課題】 有料道路入口側または出口側または走行車線上に設置した路側機と車載機との間で、電波による無線通信を行うことにより通行に伴う料金を課金するシステムにおいて、確実に路側機と車載機が無線通信を行えるようにし、通信の信頼性を高めることを目的とする。

【解決手段】 車載機から送信された無線電波である通信要求信号を用いて車載機からの電波の送信方向を検出する電波到来方向検出装置8が路側機3近傍に配置され、路側機3の信号処理と同期したタイミングで電波到来方向を検出することで、車載機を搭載した車両の走行車線を路側機3は知ることができ、当該路側機3の通信ゾーンを走行する車載機だけを選択して通行料金に関わる情報のやりとりを、路側機3と車載機との間で通信することができ、車載機と路側機3との通信の信頼性を高めることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 有料道路を走行する車両の通行料金を料金所で車両を停止させることなく自動收受する有料道路自動料金收受システムにおいて、有料道路の入口側と出口側の両側または片側の複数の車線毎に設置された路側機と、前記車両に搭載されて前記路側機と無線通信により必要情報を通信する車載機と、前記路側機内または外に設置されて情報を無線により送受波する路側機アンテナと、複数の素子を有するとともに前記路側機アンテナ近傍に位置し車幅方向に配列されたアレイアンテナと、前記複数の素子各々に接続された受信部と、前記受信部各々に接続されたミキサ部と、前記ミキサ部各々に接続されたAD変換器と、前記AD変換器各々に接続されたメモリ部と、前記メモリ部に接続された電波到来方向検出部と、前記メモリ部と前記電波到来方向検出部及び前記路側機に接続された主CPU部とを有することを特徴とする有料道路自動料金收受システム。

【請求項2】 有料道路を走行する車両の通行料金を料金所で車両を停止させることなく自動收受する有料道路自動料金收受システムにおいて、料金所、または走行車線道路脇または道路をまたぐ高架上に設置されたコントロールメッセージ送信アンテナと、前記コントロールメッセージ送信アンテナに接続されたコントロールメッセージ送信部と、前記コントロールメッセージ送信アンテナより車両進行方向前方側の道路脇または道路をまたぐ高架上に車線数に対応して設置された複数の狭域通信用路側機と、複数の素子を有するとともに前記コントロールメッセージ送信アンテナより車両進行方向前方側の道路脇または道路をまたぐ高架上に設置され車幅方向に配列されたアレイアンテナと、前記複数の素子各々に接続された受信部と、前記受信部各々に接続されたミキサ部と、前記ミキサ部各々に接続されたAD変換器と、前記AD変換器各々に接続されたメモリ部と、前記メモリ部に接続された電波到来方向検出部と、広指向性特性の受信専用の通信要求信号受信アンテナと、前記通信要求信号受信アンテナに接続された通信要求信号受信部と、前記通信要求信号受信部に接続された復調部と、前記復調部に接続された信号処理部と、前記コントロールメッセージ送信部と前記メモリ部と前記電波到来方向検出部と前記信号処理部及び前記複数の狭域通信用路側機に接続された主CPU部とを有することを特徴とする有料道路自動料金收受システム。

【請求項3】 有料道路を走行する車両の通行料金を料金所で車両を停止させることなく自動收受する有料道路自動料金收受システムにおいて、料金所、または走行車線道路脇または道路をまたぐ高架上に設置された車線数に対応した複数の狭域通信用路側機と、複数の素子を有するとともに前記複数の狭域通信用路側機の近傍の道路脇または道路をまたぐ高架上に設置され車幅方向に配列されたアレイアンテナと、前記アレイアンテナで受信し

た無線電波の到来方向を検出する電波到来方向検出手段と、前記複数の狭域通信用路側機に接続されて電波の送信タイミングを生成すると共にこのタイミングに同期した信号を前記電波到来方向検出手段に送る送信タイミング発生部とを有することを特徴とする有料道路自動料金收受システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高速道路等の有料道路の料金所を通過する際に、走行する車両を停止させることなく、通行してきた有料道路の通行料金またはこれから通行しようとする有料道路の通行料金を收受する、有料道路自動料金收受システムに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、有料道路自動料金收受システムは特開平8-287308号公報に記載された、電波を用いたものが知られている。

【0003】図10に従来の有料道路自動料金收受システムに概要を示す。図10において、90は料金所車線上に設置された第1の路側機アンテナ、91は第1の路側機アンテナより進行方向前方に設置された第2の路側機アンテナである。第1の路側機アンテナ90、第2の路側機アンテナ91は図示していない送信回路や受信回路あるいは変復調回路に接続され、全体として図示していない路側機が構成されている。92は有料道路を通行する車両93に搭載された車載機である。

【0004】有料道路の料金形態は、首都高速道路のような均一料金タイプと、東名高速道路などの走行距離に応じた料金を課金するタイプの道路が存在する。後者を例に、図10を用い自動料金收受方法について説明する。なお、路側機は、有料道路の入口側ならびに出口側の両方の、すべての車線または複数の車線上に配置されている。

【0005】最初に、入口側の処理に関して説明する。路側機は、第1の路側機アンテナ90より送信タイミング信号を定期的に当該車線の上に送信している。この状況下で、路側アンテナ90の下を通過する車両93に搭載された車載機92は、送信タイミング信号を受け、路側機に通信要求信号を送信する。車載機92からの通信要求信号を受けた路側機は、送信タイミング信号に同期した所定の期間を使い車載機との無線通信を開始する。

【0006】次に、車両93の移動に伴い車載機92は、第2の路側機アンテナ91と通信する。第1の路側機アンテナ90と車載機92は、車載機92からは車両93特有の車両情報を、また路側機からは入口情報を各々送信する。入口情報を受信した車載機92は、その情報を車載機92内に記憶する。また図示していない光センサや画像センサにより判断した車両93の車種情報は、路側機より第2の路側機アンテナ91を介して車載

機92に送信される。

【0007】次に出口側での路側機と車載機92との通信による自動料金収受の処理に関して説明する。入口側での通信法を使い、路側機と車載機92は無線を用い通信を開始する。まず、路側機は第1の路側機アンテナ90を介し、車載機92より入口情報や車種情報を受け、通行料金を算出しその料金情報を車載機92に送信する。料金情報を受けた車載機92は、車載機92に接続されたICカード等で代表される電子的決済手法により該当料金を差引き、第2の路側機アンテナ91により車載機92でのICカードへの書き込み終了を確認する。以上のように、車両93は、入口側、出口側の料金所で停止する事なく、通行料金を電子的に決済することが可能になる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】この有料道路自動料金収受システムは金銭を扱う性格上、不正行為や誤動作の防止のため高いレベルの通信信頼性が要求されている。各車線の路側機アンテナは、隣接料金ブース内を走行する車両に搭載している車載機との通信を制限し当該車線を走行する車両とだけ無線通信を可能とするように路側機アンテナの指向性を制御するように送受信ビームを成形し、通信可能なゾーンを設定している。しかしながら、大型車両や料金所の形状による固有の干渉パターンにより、隣接車線に配置されている複数の路側機の無線と干渉等が生じ、路側機は当該車線を走行する車両以外の車載機との無線通信がなされる場合がある。

【0009】このような要因により、隣接車線を走行している車載機の通信要求信号を路側機が受信してしまった場合、これに続く通行料金収受に係わる情報のやり取りを、当該車線を車両が走行していると見なし、料金収受に係わるデータ通信を継続しようとするが、車両が走行している車線が通信可能なゾーンではないため、十分な受信電力を互い得ることができず、S/N劣化によるビット誤りを生じたり、途中で通信ができなくなるなどの状況に陥り、結果として無線による料金収受ができなくなるという課題を有している。

【0010】本発明は、有料道路入口側または出口側または走行車線上に設置した路側機と車載機との間で、電波による無線通信を行うことにより通行に伴う料金を課金するシステムにおいて、確実に路側機と車載機が無線通信を行えるようにし、通信の信頼性を高めることを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】この課題を解決するために本発明は、車載機と無線通信する路側機アンテナ近傍に位置し車幅方向に配列されたアレイアンテナとアレイアンテナを含みアレイアンテナで受信した電波の到来方向を検出する手段を有する電波到来方向検出装置を設けることで、電波到来方向検出装置で路側機が無線通信し

ようとする車載機の走行車線を検出し、当該車線上を走行していない車両との無線通信を行わないように路側機を制御するものである。

【0012】また、道路脇または道路をまたぐ高架上に設置されたコントロールメッセージ送信アンテナとコントロールメッセージ送信アンテナより車両進行方向前方側の道路脇または道路をまたぐ高架上に車線に対応して設置された複数の狭域通信用路側機と、コントロールメッセージ送信アンテナより車両進行方向前方側の道路脇または道路をまたぐ高架上に設置された車幅方向に配列されたアレイアンテナとアレイアンテナを含みアレイアンテナで受信した電波の到来方向を検出する手段と、同じ電波から車載機が送信したデータを復調する通信要求信号受信アンテナと通信要求信号受信アンテナに接続された受信部と受信部に接続された復調部と復調部に接続された信号処理部とを併せ持つ電波到来方向検出装置を設けることで、路側機と通信をしようとする車載機の走行車線と車載機が送信した識別データを検出し、当該車線上を走行していない車両との無線通信を行わないように路側機を制御するものである。

【0013】また、道路脇または道路をまたぐ高架上に設置された複数の狭域通信用路側機と、道路脇または道路をまたぐ高架上に設置された車幅方向に配列されたアレイアンテナとこのアレイアンテナを含みアレイアンテナで受信した電波の到来方向を検出する手段と、同じ電波から車載機が送信したデータを復調する通信要求信号受信アンテナと通信要求信号受信アンテナに接続された受信部と受信部に接続された復調部と復調部に接続された信号処理部とを併せ持つ電波到来方向検出装置を設けることで、路側機と通信をしようとする車載機の走行車線と車載機が送信した識別データを検出し、当該車線上を走行していない車両との無線通信を行わないように路側機を制御するものである。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明の請求項1に記載の発明は、有料道路を走行する車両の通行料金を料金所で車両を停止させることなく自動収受する有料道路自動料金収受システムにおいて、有料道路の入口側と出口側の両側または片側の複数の車線毎に設置された路側機と、前記車両に搭載されて前記路側機と無線通信により必要情報を通信する車載機と、前記路側機内または外に設置されて情報を無線により送受波する路側機アンテナと、複数の素子を有するとともに前記路側機アンテナ近傍に位置し車幅方向に配列されたアレイアンテナと、前記複数の素子各々に接続された受信部と、前記受信部各々に接続されたミキサ部と、前記ミキサ部各々に接続されたAD変換器と、前記AD変換器各々に接続されたメモリ部と、前記メモリ部に接続された電波到来方向検出部と、前記メモリ部と前記電波到来方向検出部及び前記路側機に接続された主CPU部とを有することを特徴とする有

料道路自動料金収受システムであり、路側機が無線通信しようとする車載機の位置を電波到来方向検出部で検出する事ができ、当該車線上を走行していない車両との無線通信を行わないように路側機を制御でき、確実に路側機と車載機が無線通信を行えるようにし、通信の信頼性を高めることができるという作用を有する。

【0015】請求項2に記載の発明は、有料道路を走行する車両の通行料金を料金所で車両を停止させることなく自動収受する有料道路自動料金収受システムにおいて、料金所、または走行車線道路脇または道路をまたぐ高架上に設置されたコントロールメッセージ送信アンテナと、前記コントロールメッセージ送信アンテナに接続されたコントロールメッセージ送信部と、前記コントロールメッセージ送信アンテナより車両進行方向前方側の道路脇または道路をまたぐ高架上に車線数に対応して設置された複数の狭域通信用路側機と、複数の素子を有するとともに前記コントロールメッセージ送信アンテナより車両進行方向前方側の道路脇または道路をまたぐ高架上に設置され車幅方向に配列されたアレイアンテナと、前記複数の素子各々に接続された受信部と、前記受信部各々に接続されたミキサ部と、前記ミキサ部各々に接続されたAD変換器と、前記AD変換器各々に接続されたメモリ部と、前記メモリ部に接続された電波到来方向検出部と、広指向性特性の受信専用の通信要求信号受信アンテナと、前記通信要求信号受信アンテナに接続された通信要求信号受信部と、前記通信要求信号受信部に接続された復調部と、前記復調部に接続された信号処理部と、前記コントロールメッセージ送信部と前記メモリ部と前記電波到来方向検出部と前記信号処理部及び前記複数の狭域通信用路側機に接続された主CPU部とを有することを特徴とする有料道路自動料金収受システムであり、路側機が無線通信しようとする車載機の位置を電波到来方向検出部で検出する事ができ、当該車線上を走行していない車両との無線通信を行わないように路側機を制御でき、確実に路側機と車載機が無線通信を行えるようにし、通信の信頼性を高めることができるという作用を有する。

【0016】請求項3に記載の発明は、有料道路を走行する車両の通行料金を料金所で車両を停止させることなく自動収受する有料道路自動料金収受システムにおいて、料金所、または走行車線道路脇または道路をまたぐ高架上に設置された車線数に対応した複数の狭域通信用路側機と、複数の素子を有するとともに前記複数の狭域通信用路側機の近傍の道路脇または道路をまたぐ高架上に設置され車幅方向に配列されたアレイアンテナと、前記アレイアンテナで受信した無線電波の到来方向を検出する電波到来方向検出手段と、前記複数の狭域通信用路側機に接続されて電波の送信タイミングを生成すると共にこのタイミングに同期した信号を前記電波到来方向検出手段に送る送信タイミング発生部とを有することを特

徴とする有料道路自動料金収受システムであり、路側機が無線通信しようとする車載機の位置を電波到来方向検出部で検出する事ができ、当該車線上を走行していない車両との無線通信を行わないように路側機を制御でき、確実に路側機と車載機が無線通信を行えるようにし、通信の信頼性を高めることができるという作用を有する。

【0017】以下、本発明の実施の形態について、図1から図9を用いて説明する。

(実施の形態1) 図1は有料道路料金所における路側アンテナと走行車両の関係を示す概念図である。図1において1は第1の路側機アンテナ、2は第2の路側機アンテナで各料金所車線上のガントリ4に設置され、図示していない路側機3本体と接続されている。走行車両6には、車載機5が搭載され、車両6の料金所通過時に、路側機と車載機5間で無線による通信を行い、車両6の走行を停止させることなく、自動的に通行料金の収受処理を行う。10は第1の路側機アンテナ1近傍に配置されたアレイアンテナで、図示していない電波到来方向検出装置8に接続されている。

【0018】図2は、電波到来方向検出装置8と路側機3の構成要素を示すブロック図で、10はアレイアンテナ、12(n)はアレイアンテナの各素子11(n)に接続された受信部、13(n)は各受信部12(n)に接続されたミキサ、14(n)はミキサ13(n)に接続されミキサ13(n)の出力をデジタル信号に変換するAD変換器、15(n)は各AD変換器14(n)に接続されAD変換器14(n)の出力を記憶するメモリである。16はメモリ15(n)に接続された電波到来方向検出部で、17は電波到来方向検出装置8の各構成要素を制御する主CPU部である。電波到来方向検出装置8は、アレイアンテナ10と受信部12(n)とミキサ13(n)とAD変換器14(n)とメモリ15(n)と電波到来方向検出部16と主CPU部17から構成される。

【0019】30は第1の路側機アンテナ1に接続された信号分離器で、スイッチ等で構成されている。送信部31、受信部32はフィルタやアンプなどから構成され、復調部33および変調部34は、シンセサイザ、ミキサ、変調回路、復調回路などから構成されている。復調部33と変調部34は路側機信号処理部35に接続されている。36は、路側機3の各構成要素を制御する路側機CPU部で、路側機CPU部36は、有線あるいは無線により料金収受を集約的につかさどる中央演算装置37に接続されている。路側機3は、路側アンテナ1と信号分離器30と送信部31と受信部32と復調部33と変調部34と路側機信号処理部35と路側機CPU部36により構成されている。電波到来方向検出部16の検出結果は、主CPU部17を介し路側機CPU部36に出力される。なお、第2の路側機アンテナ2に接続される路側機3の構成は、上記構成と同じであるため図示

ならびに説明を省略する。

【0020】図3は、車載機5の構成要素を示すブロック図で、20は車載機アンテナ、21は車載機アンテナ20に接続された信号分離器でスイッチ等で構成されている。送信部22、受信部23はフィルタやアンプなどから構成され、復調部24および変調部25は、シンセサイザ、ミキサ、変調回路、復調回路などから構成されている。復調部24、変調部25は車載機信号処理部26に接続されている。27は信号分離器21に接続された比較部で、28は比較部へ参照レベルを与えるレベル設定器である。29は、車載機5の各構成要素を制御する車載機CPU部で、比較部27の出力は車載機信号処理部26を介して車載機CPU部29に接続される。ICカード接続部40は、ICカード41を抜き差し可能な構成で、ICカード41と車載機CPU部29は電気的に接続され、また車載機CPU部29により情報の読み書きを行う。

【0021】有料道路入口側路側機3と車載機5及び出口側路側機3と車載機5は、従来例で説明したようにマイクロ波帯の電波を用い無線通信し、通行に伴う料金支払いの手続きを自動的に行うが、この通信法は、ISO TC 204 WG 15で規定されているような狭域通信技術により実施される。即ち、路面上から高さ数m、例えば5mの高さに設置された路側機アンテナ1または2の下、例えば車両6の進行方向4mと進行方向と直交する車幅方向3の長方形を通信ゾーンと定め、この通信ゾーンを通行する車両6に搭載されている車載機5と路側機3は双方向の通信を、車両6が通信ゾーン内に存在している期間内で所望の情報量のやりとりを行う。通信ゾーン以外の車載機5との通信を行わないようにするために、路側機アンテナ1及び2は指向性を高めた送受信ビームを成形している。一方、車載機5は小型で低価格な構成が望ましく車載機アンテナ20としては、一般的な単体アンテナで構成しビームの成形などは行わない。即ち、通信ゾーンの達成は、路側機アンテナ1及び2の指向性に依存し、例えばアレイアンテナのような構成で路側機アンテナ1及び2のビームを所望の形状に成形している。

【0022】図4は、路側機3と車載機5との通信データ列を示したものである。42はFCMスロットで路側機3から車載機5へ送信される通信に必要な基本データ群、43、44は通行料金自動収受に必要なデータ群であるMDスロットで、例えば2つのMDスロットから構成され、43が路側機3から車載機5に送信するMDスロットI、44が車載機5から路側機3に伝送されるMDスロットIIである。45はACTスロットで、車載機5から路側機3への通信要求信号を送信する部分である。FCMスロット42、MDスロットI 43、MDスロットII 44、ACTスロット45は各々数百ビットから構成されている。

【0023】通信ゾーン内に車両6が進入してくると、車両6に搭載された車載機5は路側機3から定期的に通信ゾーンに送信されているFCMスロット42の電波を受けることが可能になり、路側機3と通信を開始する。開始のタイミングは、信号分離器21の出力とレベル設定器28の信号を比較部27で比較することで得ることが可能となる。即ち、通信ゾーンでの車載機アンテナ20が得られる路側機アンテナ1からの受信電力の大きさに応じレベル設定器28を予め設定することで、比較部27出力により車載機CPU部29は車両の通信ゾーンへの進入を知る事が可能となる。

【0024】次に車載機5は、FCMスロット42の応答としてACTスロット45に通信要求信号を返す。ACTスロット45は幾つかのブロック46に別れており、車載機5はランダムにこのブロック46を1つ選択し通信要求信号を送信する。通信要求信号は、例えば10バイトで構成され、FCMスロット42で送られてきた路側機3の数バイト構成の路側機固有データと車載機5が発生する識別データ、例えば乱数で生成した数バイトのデータなどから構成されている。

【0025】路側機3は同時に複数の車載機5と通信を行えるよう、図5に示すようにMDスロットI 43とMDスロットII 44を所定のビット数の1つのMDチャンネル47を有している。次のFCMスロット42で、路側機3は車載機5にどのMDチャンネル47で通信するかを指定すると共に、該当MDチャンネル47で、車載機5に必要なデータ、例えば入口情報に係わるデータを送信する。なお、路側機3は、車載機5からの通信要求信号内の路側機3の固有データが、その前に自らが送信したFCMスロット42内のデータと一致しているかを判定することで、路側機3のFCMスロット42に対する車載機5からの応答であるのか、他の路側機3のFCMスロット42に対する応答なのかを判断できる。また、MDチャンネル46指定においては、通信要求信号で得た車載機5の識別データを用いる事で、車載機5はFCMスロット42から、当該車載機5に指定されたMDチャンネル47と他の車載機5に指定されたMDチャンネル47とを誤ることなく判別することが可能となる。

【0026】車載機5は、FCMスロット42で指定されたMDスロットI 43内のMDチャンネル47の期間で所望の情報を受信すると共に、MDスロットII 44のMDチャンネル47で、路側機3に必要な情報を送信する。車両6の通信ゾーン内で移動中に、このMDスロットI 43による路側機3から車載機5、MDスロットII 44による車載機5から路側機3への通信を必要データ数繰り返すことで、自動的な通行料金収受に必要な情報のやりとりが終了する。また、金融機関を利用した決済では、これらの情報を路側機CPU部36が例えば銀行などに設置された中央演算装置37に転送することで、中央演算装置37において収受手続きを行うことが

できる。

【0027】これらの車載機5から送信された一連の電波は、同時にアレイアンテナ10で受信される。アレイアンテナ10を構成している各素子11(n)で受信した電波は、受信部12(n)で所望の帯域に制限されたり増幅したりしながら、ミキサ13(n)で中間周波帯域にダウンコンバートされ、AD変換器14(n)によりデジタル信号に変換され、メモリ15(n)に記憶される。路側機CPU部36は、車載機5から送信された通信要求信号期間を示す信号を主CPU部17に出力する。主CPU部17はこの信号に基づき、車載機5からの通信要求信号期間のデータをメモリ15(n)から抜き出し、電波到来方向検出部16に転送する。具体的なデータの抜き出し方に関しては、メモリ15(n)の書き込みアドレスまたは読み出しアドレスを制御することで可能となる。

【0028】電波到来方向検出部16は、メモリ15(n)から通信要求信号に係わるデータを入力し、これらのデータの位相関係を考慮しながら相関関係を求めることや、相関行列の固有展開による信号処理を用いることで、アレイアンテナ10に対する車載機5からの電波到来方向を求めることができる。具体的には、IEEE Trans., Vol. AP-34, No. 3, pp 276-280 (1986)に記載されている“Multiple Emitter Location and Signal Parameter Estimation”に示されるような信号処理により求める事ができる。

【0029】車両6に搭載されている車載機5の車載機アンテナ20の地上高は、普通乗用車で約1m、大型車で2m程度であり、また前記通信ゾーンの大きさを考慮すれば、車載機5から送信される電波は、おおそ道路面上に水平な平面内に位置すると見なすことが可能であり、アレイアンテナ10の素子11は車幅方向に1次元に配列させれば良い。

【0030】電波到来方向検出部16で検出した車載機5の路側機3に対する位置より、主CPU部17は、車両6が当該路側機3の通信ゾーンを構成する料金所レーンを走行するの、あるいは他の車線、例えば隣接レーンを走行するの判断し、その結果を路側機CPU部36に出力する。車両6の走行レーンに関する情報を受けた路側機CPU部36は、当該レーンを走行している車載機5に対しては、次のFCMスロット42でどのMDチャンネル47を使って通信するかを指定し、料金収受に係わる情報のやり取りを開始する。また、車両6が当該路側機3の通信ゾーンを構成する料金所レーンを走行しない場合、即ち他の車線を走行していると判断した場合は、車載機5からの通信要求信号を無視する。

【0031】以上のように本発明により、車載機5を搭載した車両6の進入しようとする料金所レーンを、路側

機3からのFCMスロット42に対応した車載機5からの通信要求信号を使い、電波到来方向検出装置8で当該車両が走行しようとする料金所レーンが当該レーンであるかどうか判断でき、この結果から当該料金所レーンを走行する車両6に搭載された車載機5とだけ、路側機3は通信を行うことができ、確実に路側機と車載機が無線通信を行う事が可能となり、通信の信頼性を高めることができる。

【0032】(実施の形態2)均一料金の有料道路では、通行に伴う料金を入口側または出口側の料金所のうち一ヶ所や、走行車線上の特定箇所て収受すれば良い。即ち、走行中に、車両に搭載されている車載機と道路脇または道路をまたぐ高架上に設置された路側機との間で通行料金収受に係わる情報のやり取りと手続きを行うことで、料金所を設ける事なく、有料道路を通行する車両6から通行に伴う料金収受の手続きを自動的に行うことができる。この場合の路側機と車載機は、均一料金道路や距離依存料金道路など複数の事業体で運営された道路においてもインターオペラビリティを満足することが望ましい。具体的には実施の形態1に記載した料金所での狭域通信用の路側機3と車載機5が使えらる必要がある。しかしながら、有料道路の車線が複数ある場合、前記狭域通信用の路側機3を複数台設置する必要性が生じる。この場合の各路側機3の通信ゾーンは、料金所での使用形態のように料金ブースによる物理的な間隔は無くなり、他の路側機3との干渉を受けやすくなる。

【0033】図6は、有料道路走行車線上において主に路側機3と車両6との関係を示したものである。図6において、60はコントロールメッセージ送信アンテナ、61はコントロールメッセージ送信アンテナに接続されたコントロールメッセージ送信部、10はコントロールメッセージ送信アンテナ60より車両進行方向前方の道路脇または道路をまたぐ高架上に設置された電波到来方向検出装置63のアレイアンテナである。また、複数の路側機3(n)の路側機アンテナ1(n)が、コントロールメッセージ送信アンテナ60より車両進行方向前方の道路脇または道路をまたぐ高架上に、車線数に応じて設置されている。62(n)は、路側機3(n)に対応した通信ゾーンで、例えば3m×4mで設定されている。64は車載機5がコントロールメッセージ送信アンテナからの出力を受信できる送信範囲で、65はコントロールメッセージ送信部61と電波到来方向検出装置63と各路側機3に接続された通信制御部である。図7は、電波到来方向検出装置63の構成要素を示すブロック図で、図2に示した電波到来方向検出装置8に対し、広指向受信特性を有する通信要求信号受信アンテナ70と受信部71と復調部72と信号処理部73を追加している。なお、路側機3、車載機5は図2及び図3に示した要素ブロックで構成されている。

【0034】まず、コントロールメッセージ送信部61



は、通信制御部65の制御によりコントロールメッセージ送信アンテナ60から、図4に示すFCMスロット42信号を継続的に送信する。コントロールメッセージ送信アンテナ60の送信指向特性は、複数の車線上を走行する全ての車両6に搭載している車載機5が受信できるように予め設定し送信範囲64を構成する。送信範囲64内を走行中の車両6に搭載された車載機5は、コントロールメッセージ送信アンテナ60から送信されたFCMスロット42に対し通信要求信号を出力する。

【0035】車載機アンテナ20の前述のように指向性は広く、全ての車線上の車載機5から送信された通信要求信号は、道路脇または道路をまたぐ高架上に設置された電波到来方向検出装置63のアレイアンテナ10及び通信要求信号受信アンテナ70で受けることができる。通信制御部65の出力であるコントロールメッセージ送信部61のFCMスロット42送信のタイミングに同期して信号処理部73は、通信要求信号受信アンテナ70で受けた受信信号から受信部71及び復調部72を介し図4のACTスロット45内の車載機5から送信された通信要求信号が含まれるブロック46及び要求信号を送信した車載機5の識別データを復調すると共に、当該ブロック46のFCMスロット42送信時を基点としたデータ期間を電波到来方向検出部16に出力する。

【0036】この期間から、電波到来方向検出部16は当該ブロック46のデータをメモリ15(n)から抜き出し、前述のような信号処理手法により車載機5からの電波到来方向を検出し、主CPU部17において車両6の走行車線を算出する。複数の車載機5が通信範囲64内を走行し、あるFCMスロット42に対し複数の車載機5から通信要求信号を異なったブロック46で応答した場合においては、各々のブロック46に対し、メモリ15(n)から各々の通信要求信号を抜き出し、各々の車載機5からの電波到来方向を検出する。この検出精度は、車両6が複数車線のうちどの車線上を走行しているか程度で良い。

【0037】このように、信号処理部73にて通信要求信号から通信要求をしている各車載機5の識別データを得ると共に各車載機5の走行車線を電波到来方向検出部16から得ることができる。即ち、主CPU部17は各車載機5の識別データと走行車線の情報をペアで得ることができる。次に主CPU部17は、この走行車線の情報より当該走行車線上に通信ゾーン62(n)を構成する路側機3(n)に車載機5の識別データを転送する。車載機5の識別データを受けた路側機3(n)は、料金収受に係わる情報のやり取りを行うMDスロットI43及びMDスロットII44内のMDチャンネル47を、この識別データを使ったFCMスロット42で指定する。

【0038】車載機5は、一つ前のFCMスロット42信号である、コントロールメッセージ送信部61が送信したFCMスロット42に、応答した通信要求信号に自ら

付加した識別データを、路側機3(n)からのFCMスロット42内に見出すことができ、当該車載機5がMDスロットI43及びMDスロットII44内で送受信に使えるMDチャンネル47を得ることができ、このMDチャンネル47を用い、料金収受に係わる情報のやり取りを行い、自動的に通行料金収受の手続きを行う。即ち、車載機5は最初のFCMスロット42をコントロールメッセージ送信部61から受け、その応答を通信要求信号受信アンテナ70に返し、次にMDチャンネル47を路側機3(n)からのFCMスロット42で指定されるものの、車載機5から見たこの一連の通信は、実施の形態1で説明した1台の路側機3との通信方法と同じになる。

【0039】以上のように本発明により、料金所ブース分の幅が無く複数の路側機3の干渉がより影響するような有料道路上の走行車線上においても、路側機3は当該車線上の通信ゾーン62内を走行する車両6に搭載した車載機5とだけ無線通信すること可能となり、確実に路側機と車載機が無線通信を行う事ができ、通信の信頼性を高めることができる。

【0040】以上の説明では、図6に示すように有料道路の走行車線上での場合に関して説明したが、このような構成を料金所で用いても構わない。また、1つのアレイアンテナ10や1つの電波到来方向推定装置8の構成における実施の形態を説明したが、複数のアレイアンテナ10と電波到来方向推定部8を設けた構成でも構わない。

【0041】(実施の形態3)図8は、有料道路走行車線上において主に路側機3と車両6との関係を示したものである。図8において、図6と異なる点は、コントロールメッセージ送信アンテナ60とコントロールメッセージ送信部61を削除し、電波到来方向検出装置63に接続されていた通信制御部65の代わりに送信タイミング発生部80を設けたものである。81は車線A、82は車線B、83は車線Cである。なお、路側機3及び電波到来方向検出装置63の具体的な回路ブロック構成は図2および図7に示したものである。

【0042】複数の路側機3(n)と各路側機アンテナ1(n)の指向性特性より構成する通信ゾーン62

(n)内を通過する車両6に搭載された車載機5との無線による通信方法は、前記実施の形態1で説明した手順により実施される。即ち、通信ゾーン内に車両6が進入してくると、車両6に搭載された車載機5は路側機3から定期的に通信ゾーンに送信されている図4に示すFCMスロット42の電波を受けることが可能になり、路側機3と通信を開始する。次に車載機5は、FCMスロット42の応答としてACTスロット45に通信要求信号を返す。

【0043】ACTスロット45は幾つかのブロック46に別れており、車載機5はランダムにこのブロック46を1つ選択し通信要求信号を送信する。通信要求信号

は、例えば10バイトで構成され、FCMスロット42で送られてきた路側機3の数バイト構成の路側機固有データと車載機5が発生する識別データ、例えば乱数で生成した数バイトのデータなどから構成されている。路側機3は、車載機5からの通信要求信号内の路側機3の固有データが、その前に自らが送信したFCMスロット42内のデータと一致しているかを判定することで、路側機3のFCMスロット43に対する車載機5からの応答であるのか、他の路側機3のFCMスロット42に対する応答なのかを判断できる。

【0044】FCMスロット42での車載機5へのMDチャンネル46指定においては、通信要求信号で得た車載機5の識別データを用いる事で、車載機5はFCMスロット42から、当該車載機5に指定されたMDチャンネル47と他の車載機5に指定されたMDチャンネル47とを誤ることなく判別することが可能となる。車載機5は、FCMスロット42で指定されたMDスロットI43内のMDチャンネル47で所望の情報を受信すると共に、MDスロットII44の同じMDチャンネル47で、路側機3に必要な情報を送信する。車両6の通信ゾーン内で移動中に、このMDスロットI43による路側機3から車載機5、MDスロットII44による車載機5から路側機3への通信を必要データ数繰返すことで、自動的な通行料金収受に必要な情報のやりとりが終了する。

【0045】複数の路側機3(n)から送信するFCMスロット42の送信タイミングは、送信タイミング発生部80により制御される。MDスロットI43、MDスロットII44、ACTスロット45は、FCMスロット42に同期しているため、FCMスロット42の送信タイミングに応じ、MDスロットI43、MDスロットII44、ACTスロット45は同期する。送信タイミング発生部80による送信タイミングは、通信ゾーン62

(n)内を走行する車両6に搭載されている車載機5が、複数の路側機3による混信の影響がないように設定される。

【0046】例えば、車線A81の路側機3(1)と隣接の路側機3(2)が同時にFCMスロット42を送信しないように、例えば、図9に示すように、車線A81の路側機3(1)と隣接車線C83の路側機3(3)が同時にFCMスロット42を送信し、FCMスロット42に応じたMDスロットI43、MDスロットII44、ACTスロット45の一連の通信が終了した後、車線B82に路側機3(2)がFCMスロット42を送信し、これを繰返すような制御を可能とする信号を送信タイミング発生部80は各路側機3(n)に送る。

【0047】このFCMスロット42の送信タイミングは電波到来方向検出装置63にも転送される。この送信タイミングから、電波到来方向検出部16はACTスロット45に対応する期間のデータをメモリ15(n)か

ら抜き出し車載機5からの電波到来方向を検出し、主CPU部17において車両6の走行車線を算出する。また、電波到来方向検出装置63内の通信要求信号受信アンテナ70と受信部71と復調部72と路側機信号処理部73により、路側機3(n)のFCMスロット42に返答した車載機5の識別データを復調する。このように、電波到来方向推定装置63では、各車載機5の識別データを得ると共に各車載機5の走行車線を電波到来方向検出部16から得ることができる。

10 【0048】次に、主CPU部17は、車載機の識別データをこの車載機の走行車線の路側機3(n)に転送する。例えば、車線A81を走行する車両6に搭載された車載機5からの識別データは路側機3(1)に転送される。各路側機3(n)の路側機CPU部36は、電波到来方向検出装置63から送られてきた車載機5の識別データに応じ、この識別データを使った車載機5にMDチャンネル47を指定し、必要な情報のやりとりを行う。

【0049】以上のように本発明により、有料道路上においても、路側機3は当該車線上の通信ゾーン62内を走行する車両6に搭載した車載機5とだけ無線通信することが可能となり、確実に路側機と車載機が無線通信を行う事ができ、通信の信頼性を高めることができる。

【0050】以上の説明では、FCMスロット42の送信タイミングを図9に示すような関係で制御するように説明したが、路側機アンテナ1(n)の指向性により、隣接通信ゾーン62(n)での混信が除去されている場合は、各路側機3(n)から同期して同時にFCMスロット42を送信しても構わない。また、図8では有料道路の走行車線上での場合に関する形態を説明したが、このような構成を料金所で用いても構わない。また、1つのアレイアンテナ10や1つの電波到来方向推定装置8の構成における実施の形態を説明したが、複数のアレイアンテナ10と電波到来方向推定部8を設けた構成でも構わない。

【0051】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、料金所に設置された路側機と車両に搭載した車載機との間での無線通信により、車両の走行を停止させることなく自動的に有料道路の料金を収受するシステムにおいて、路側機に対し通信要求をしてきた車載機を搭載する車両が、当該路側機の通信ゾーンを走行しているのかを確実に検出することができ、結果として路側機と車載機との通信信頼性を向上できる効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態による有料道路料金所近傍の概念図

【図2】本発明の一実施の形態による路側機及び電波到来方向検出装置の構成ブロック図

【図3】本発明の一実施の形態による車載機の構成ブロック図

【図4】本発明の一実施の形態による車載機と路側機の通信に使うデータ系列の一例を示す図

【図5】本発明の一実施の形態によるMDスロットとMDチャンネルの関係の一例を示す図

【図6】本発明の一実施の形態による有料道路走行車線近傍の概念図

【図7】本発明の一実施の形態による道路近傍に設置されたシステムの構成ブロック図

【図8】本発明の一実施の形態による有料道路走行車線近傍の概念図

【図9】本発明の一実施の形態による送信タイミング発生部による路側機を送信タイミングを示すタイミング図

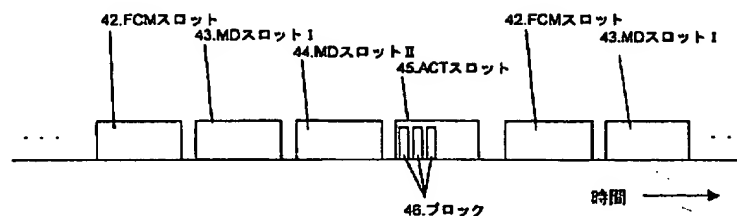
【図10】従来の有料道路自動料金収受システムの概念図

# 【符号の説明】

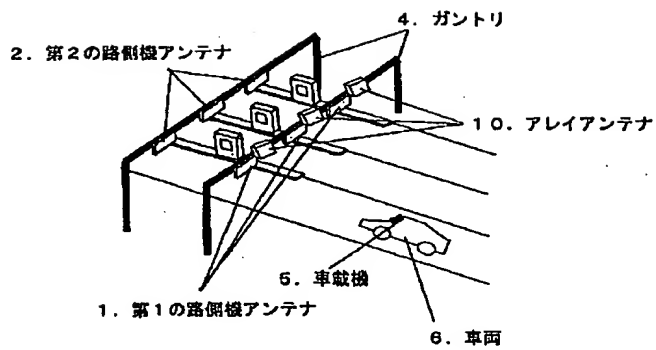
- 1 第1の路側機アンテナ
- 2 第2の路側機アンテナ
- 3 路側機
- 4 ガントリ
- 5 車載機
- 6 車両
- 8 電波到来方向検出装置
- 10 アレイアンテナ
- 11 素子
- 12 受信部
- 13 直交ミキサ
- 14 AD変換器
- 15 メモリ
- 16 電波到来方向検出部
- 17 主CPU部
- 20 車載機アンテナ
- 21 信号分離器
- 22 送信部
- 23 受信部
- 24 復調部
- 25 変調部
- 26 車載機信号処理部

- 27 比較部
- 28 レベル設定器
- 29 車載機CPU部
- 30 信号分離器
- 31 送信部
- 32 受信部
- 33 復調部
- 34 変調部
- 35 路側機信号処理部
- 36 路側機CPU部
- 37 中央演算装置
- 40 ICカード接続部
- 41 ICカード
- 42 FCMスロット
- 43 MDスロットI
- 44 MDスロットII
- 45 ACTスロット
- 46 ブロック
- 47 MDチャンネル
- 60 コントロールメッセージ送信アンテナ
- 61 コントロールメッセージ送信部
- 62 通信ゾーン
- 63 電波到来方向検出装置
- 64 送信範囲
- 65 通信制御部
- 70 通信要求信号受信アンテナ
- 71 受信部
- 72 復調部
- 73 信号処理部
- 80 送信タイミング発生部
- 81 車線A
- 82 車線B
- 83 車線C
- 90 第1の路側機アンテナ
- 91 第2の路側機アンテナ
- 92 車載機
- 93 車両

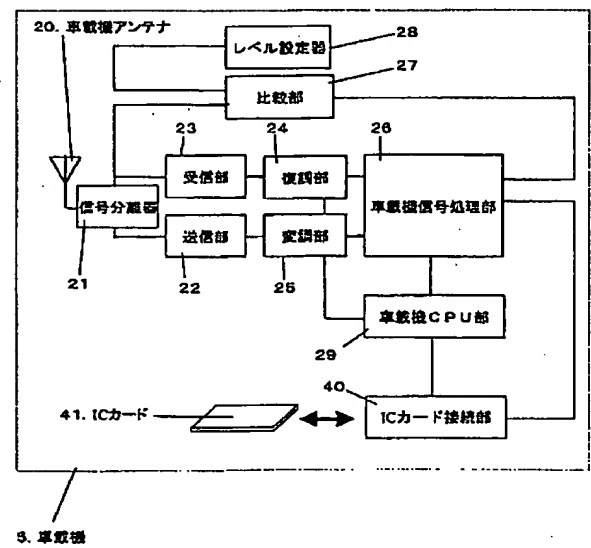
【図4】



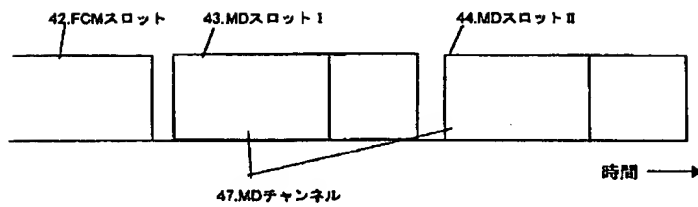
【図1】



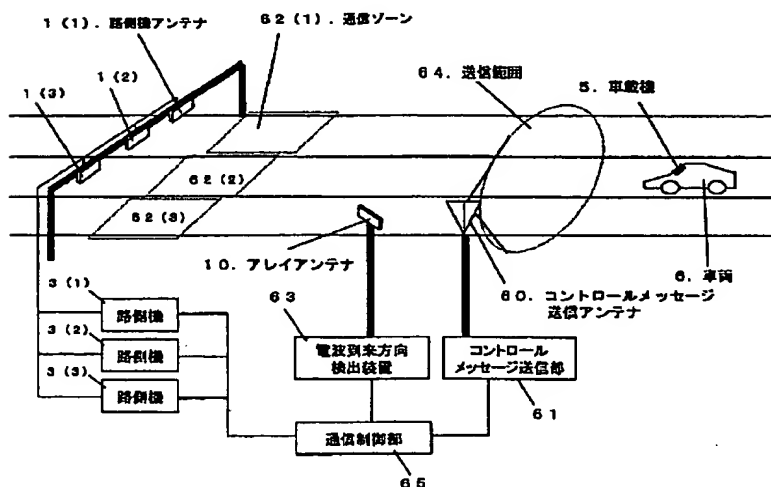
【図3】



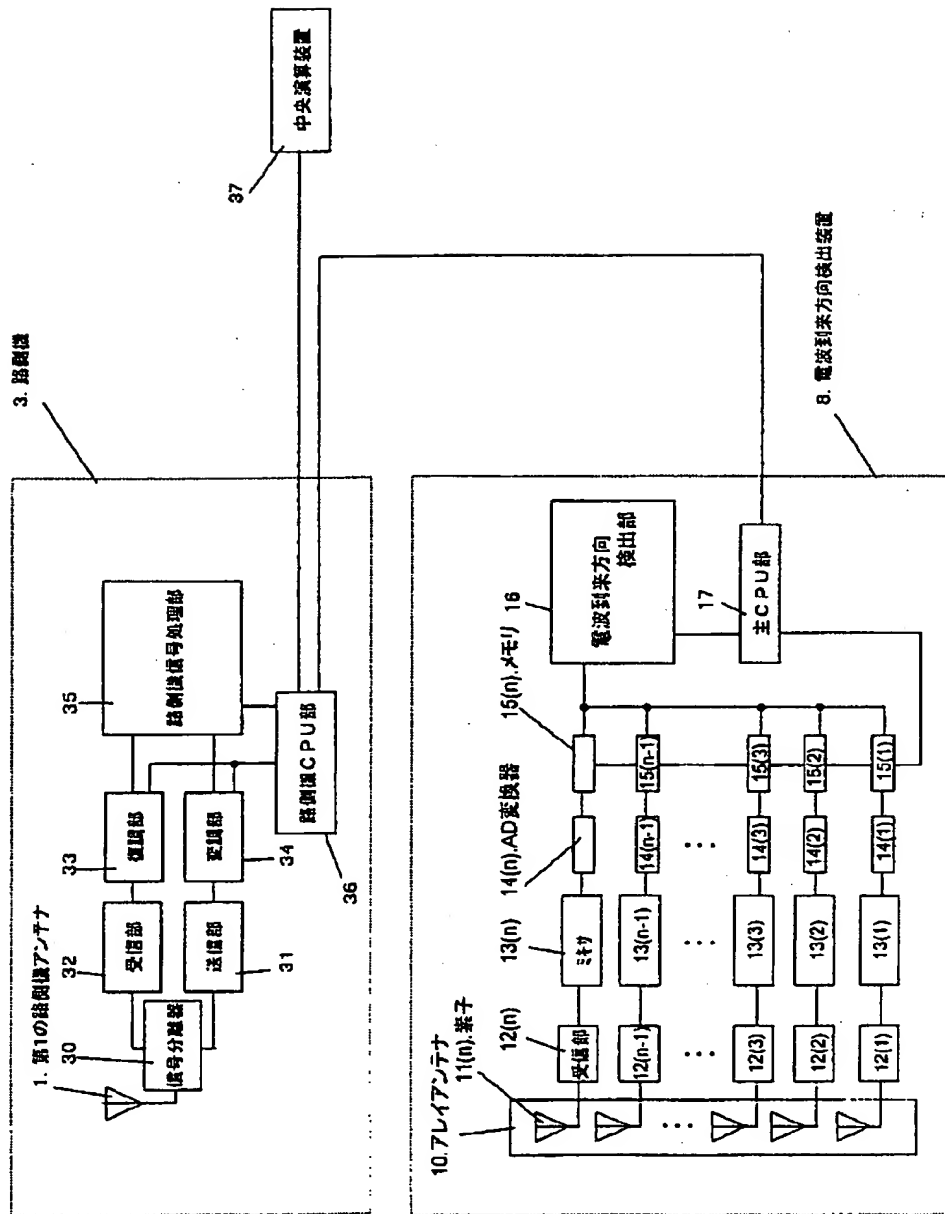
【図5】



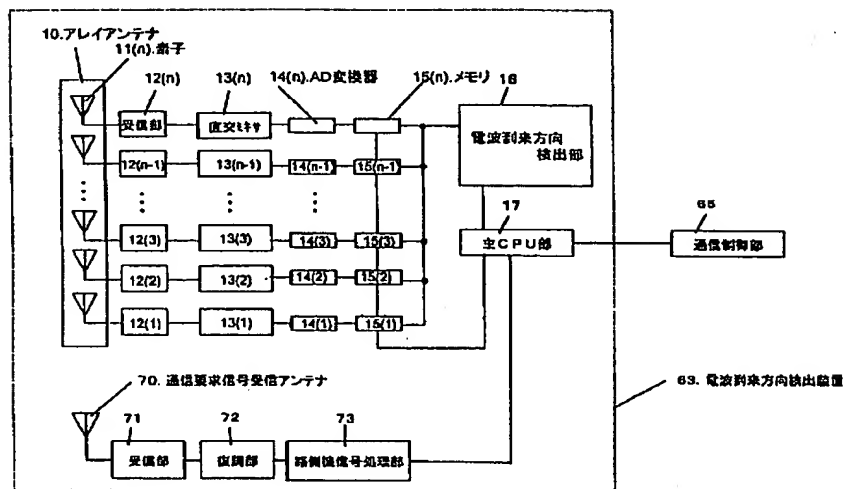
【図6】



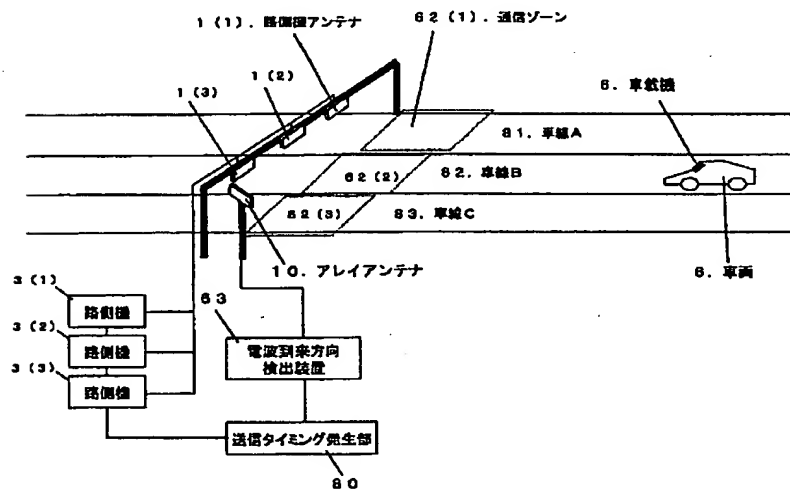
【図2】



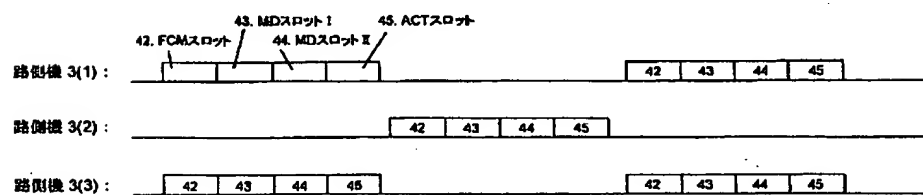
【図7】



【図8】



【図9】



時間 →

【図10】

